

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 1 月 9 日 (09.01.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/003406 A1(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01J 40/02, 43/28, G01T 1/20市 市野町 1126 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内  
Shizuoka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/06617

(22) 国際出願日: 2002 年 6 月 28 日 (28.06.2002)

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.);  
〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目 6 番 12 号 大倉本  
館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

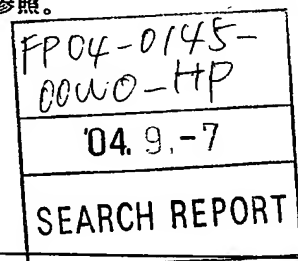
(30) 優先権データ:  
特願 2001-197213 2001 年 6 月 28 日 (28.06.2001) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホト  
ニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)  
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町 1126 番地の  
1 Shizuoka (JP).(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,  
OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,  
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特  
許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤田 良雄 (FU-  
JITA, Yoshio) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町  
1126 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).  
吉澤 祐二 (YOSHIZAWA, Yuji) [JP/JP]; 〒435-8558 静  
岡県 浜松市 市野町 1126 番地の 1 浜松ホトニクス株  
式会社内 Shizuoka (JP). 寺田 豊彦 (TERADA, Toyohiko)  
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町 1126 番地の  
1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 竹内 純一  
(TAKEUCHI, Junichi) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松

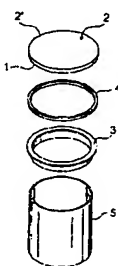
添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ELECTRON TUBE

(54) 発明の名称: 電子管



(57) Abstract: This electron tube comprises a photoreception face plate (2) made of a scintillator crystal with a photoelectric face (1) located over the inside face, a covar cylinder (3) constituting the side tube of a vacuum container, and an aluminum scaling (4) interposed between the photoreception face plate (2) and the cylinder (3). The scintillator crystal constituting the photoreception face plate (2) is YAP crystal. If a scintillator material made of unillustrated BGO is disposed over this face plate, fluorescence generated by the entrance of radiation into the BGO penetrates the photoreception face plate (2) and enters the photoelectric face (1) with reflectance suppressed in the interface between the BGO and the YAP since the refractive index of YAP is higher than that of quartz.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/003406 A1



---

(57) 要約:

この電子管は、内面に光電面（１）が形成されたシンチレータ結晶からなる受光面板（２）と、真空容器の側管をなすコパール製の筒体（３）と、受光面板（２）と筒体（３）との間に介在するアルミニウム製のシーリング（４）とを備えている。受光面板（２）を構成するシンチレータ結晶はＹＡＰ結晶であり、この上に図示しないＢＧＯ層からなるシンチレータ材料が配置される場合、ＹＡＰは石英に比べて屈折率が高いため、ＢＧＯへの放射線の入射によって発生した蛍光は、ＢＧＯとＹＡＰとの間の界面における反射が抑制された状態で、受光面板（２）を透過して光電面（１）に入射する。

## 明細書

### 電子管

#### 技術分野

本発明は、電子管に関する。

#### 5 背景技術

従来の電子管は、特開平５－３２５８８０号公報に記載されている。この電子管は、内面に光電面が形成された石英製の受光面板と、真空容器の側管をなすコバル製コバルの筒体と、前記受光面板と前記筒体との間に介在するアルミニウム製のシールリングとを備えている。従来の電子管を放射線検出に用いる場合、石英の

10 面板上にシンチレータ材料を設けることとなる。

#### 発明の開示

しかしながら、石英は屈折率が低いため、シンチレータ材料との界面における反射が大きく、シンチレータ材料において発生した蛍光の透過効率を低下させる。本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、X線等の放射線をより

15 効率よく検出可能な電子管を提供することを目的とする。

上述の課題を解決するため、本発明に係る電子管は、少なくともコバル製コバルの筒体を含む側管を有する電子管において、シンチレータ結晶からなる受光面板と、前記受光面板の内面に形成された光電面と、前記受光面板を前記コバル製コバルの筒体に固定するアルミニウム製のシールリングとを備えることを特徴とする。

20 なお、受光面板上には、必要に応じてBGO等の別のシンチレータ材料が設けられる。シンチレータ結晶は石英に比べて屈折率が高いため、シンチレータ材料への放射線の入射によって発生した蛍光は、界面反射が抑制された状態でシンチレータ結晶を透過して光電面に入射する。

シンチレータ結晶は、アルミニウム製のシールリングを介してコバル製コバルの筒

25 体に設けられている。アルミニウムは高い融点を有するので、シンチレータ結晶及び光電面を高温で熱処理でき、蛍光透過率の増加と相俟って電子管自体の量子

効率は著しく増加する。シンチレータ結晶としてはYAP:Ce結晶等を用いることが好ましい。なお、BGO等のシンチレータ材料を設けない場合、シンチレータ結晶自体が蛍光を発するので、かかる場合にも本電子管は機能することとなる。

- 5       コバル製の筒体は、単独で側管を成すこととしてもよいが、この側管は、コバル製の筒体に連通するように融着したガラス製の筒体を備える構成としてもよい。ガラス製の筒体は大型のものが容易に製造可能であるので、比較的大きな電子管を製造することができる。

#### 図面の簡単な説明

- 10       図1は実施の形態に係る電子管の斜視図である。

図2は電子管の分解斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、実施の形態に係る電子管について説明する。同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

- 15       図1は実施の形態に係る電子管の斜視図、図2は当該電子管の分解斜視図である。この電子管は、内面に光電面1が形成されたシンチレータ結晶からなる受光面板2と、真空容器の側管の少なくとも一部をなすコバル製の筒体3と、受光面板2と筒体3との間に介在するアルミニウム製のシールリング4とを備えている。

- 20       なお、真空容器内部には、図示しないダイノード及び陽極が配置され、光電面1から出力された光電子をダイノードは増倍し、陽極は増倍された電子を収集する。本例においては、受光面板2を構成するシンチレータ結晶はYAP(YAlO<sub>3</sub>:Ce)結晶であるとする。

- 25       受光面板2上には、必要に応じてBGO(ゲルマニウム酸ビスマス:Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>)、NaI等の別のシンチレータ材料2'が設けられる。本例におけるシンチレータ材料はBGOであるとする。すなわち、YAPからなるシンチレータ結晶

2 上に BGO 結晶からなるシンチレータ材料 2' が設けられている。シンチレータ結晶 (YAP) からなる受光面板 2 は、石英に比べて屈折率が高いため、シンチレータ材料 (BGO) 2' への放射線の入射によって発生した蛍光は、シンチレータ材料 (BGO) 2' と受光面板 2 であるシンチレータ結晶 (YAP) との間の界面における屈折率によって反射が抑制された状態で、受光面板 2 を透過して光電面 1 に入射する。

このように、本電子管では、受光面板 2 としてのシンチレータ結晶 (YAP) 上に、シンチレータ結晶 (YAP) とは異なる材料 (BGO) からなるシンチレータ材料を設けている。なお、潮解性があるため、受光面板 2 としては CsI は用いない。

一般的なシンチレータの特性を以下の表 1 及び表 2 に示す。

表 1

シンチレータ	単位	NaI(Tl)	CsI(Tl)	CaF <sub>2</sub> (Eu)	BaF <sub>2</sub>	備考
密度	g/cm <sup>3</sup>	3.67	4.51	3.18	4.89	
最大蛍光波長での屈折率		1.85	1.79	1.44	1.49	
融点	℃	651	621	1373	1280	
感度		100	45	50	5.16	NaI(Tl)を 100 とする
最大蛍光波長	nm	415	565	435	210,310	
減衰定数	ns	230	1000	640	0.6,620	

表 2

シンチレータ	単位	CeF <sub>3</sub>	Bi <sub>4</sub> Ge <sub>3</sub> O <sub>12</sub>	CdWO <sub>4</sub>	YAP(Ce)	備考
密度	g/cm <sup>3</sup>	6.16	7.13	7.90	5.55	
最大蛍光波長での屈折率		1.68	2.15	2.25	1.93	
融点	℃	1460	1050	1300	1850	
感度		7	12	40	40	NaI(Tl)を 100 とする
最大蛍光波長	nm	305	480	540	347	
減衰定数	ns	5	300	5000	28	

放射線としては  $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\gamma$  線、X 線等が挙げられ、放射線の入射によって

発生したシンチレータ材料からの蛍光は、光電面 1 によって光電子に変換され、内部の陽極で増倍された光電子を収集することで、放射線を検出することができる。

5 受光面板 2 は、アルミニウム製のシールリング 4 を介してコバル金属製の筒体 3 に設けられている。アルミニウムは高い融点を有するので、受光面板 2 及び光電面 1 を 200℃以上の高温で熱処理でき、蛍光透過率の増加と相俟って電子管自体の量子効率著しく増加する。

10 シンチレータ結晶としては YAP 結晶の他に公知のシンチレータ結晶を用いることができる。BGO 等のシンチレータ材料を設けない場合、受光面板であるシンチレータ結晶自体が蛍光を発するので、かかる場合にも本電子管は機能することとなる。なお、BGO の他のシンチレータ材料としては CsI や NaI 等が挙げられる。

15 本例においては、真空容器の側管は、コバル製製の筒体 3 に連通するように、これに融着したガラス製の筒体 5 を備えている。ガラス製の筒体 5 は大型のものが製造可能であるので、比較的大きな電子管を製造することができる。なお、コバルの筒体 3 が、単独で側管を成すこととしてもよい。

20 本電子管を製造する場合、ガラス製の筒体 5 上に、コバル製の筒体 3 を融着する。しかる後、アルミニウムからなるシールリング 4 及び受光面板 2 を筒体 3 上に重ね、熱と圧力をこれらにかけて、受光面板 2、シールリング 4 及び筒体 3 を密着させて接続する。光電面 1 は、真空容器の製造後に、従前の方法により作製する。光電面 1 の材料としては、アルカリ-アンチモン等が挙げられるが、材料は特にこれに限定されるものではない。

なお、上述の光電管は PET (Positron Emission Tomography) 装置等のコンピュータ断層画像撮影 (CT) 装置における光検出器に適用することができる。

## 25 産業上の利用可能性

本発明は、電子管に利用することができる。

### 請求の範囲

1. 少なくともコバル製製の筒体を含む側管を有する電子管において、シンチレータ結晶からなる受光面板と、前記受光面板の内面に形成された光電面と、前記受光面板を前記コバル製製の筒体に固定するアルミニウム製のシールリングとを備えることを特徴とする電子管。

5

2. 前記シンチレータ結晶は、YAP結晶であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電子管。

3. 前記側管は、前記コバル製製の筒体に連通するように融着したガラス製の筒体を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電子管。

10

4. 前記シンチレータ結晶上に、前記シンチレータ結晶とは異なる材料からなるシンチレータ材料を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電子管。

5. 前記シンチレータ結晶はYAP結晶であり、前記シンチレータ材料はBGO結晶であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電子管。

15

図1

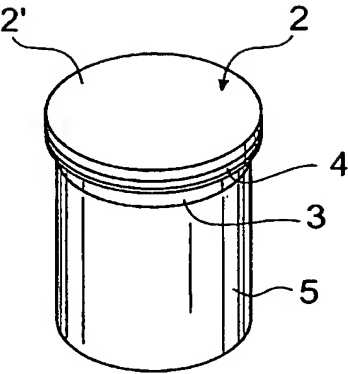
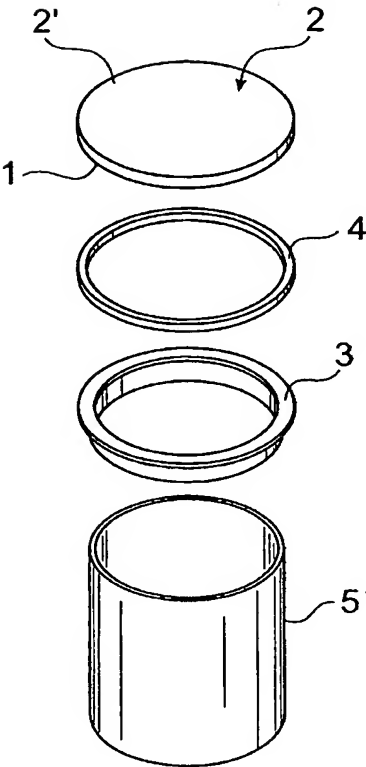


図2





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/06617

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01J40/02, 43/28, G01T1/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01J40/02, 43/28, G01T1/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 5-325880 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 10 December, 1993 (10.12.93), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3 2, 4, 5
Y A	WO 98/50934 A (Yeda Research and Development Co., Ltd.), 12 November, 1998 (12.11.98), Claim 3; page 10, lines 6 to 8 & JP 2001-523383 A & EP 980580 A	1, 3 2, 4, 5
A	JP 58-129728 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 02 August, 1983 (02.08.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 September, 2002 (26.09.02)

Date of mailing of the international search report  
08 October, 2002 (08.10.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J40/02, 43/28, G01T1/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J40/02, 43/28, G01T1/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 5-325880 A (浜松ホトニクス株式会社) 1993. 12. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3 2, 4, 5
Y A	WO 98/50934 A (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO. LTD.) 1998. 11. 12, CLAIM3, P. 10 L. 6-8 & JP 2001-523383 A, EP 980580 A	1, 3 2, 4, 5
A	JP 58-129728 A (東京芝浦電気株式会社) 1983. 08. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 09. 02

国際調査報告の発送日

08. 10. 02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 堀部 修平

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**